

ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА  
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ(12) **ЗАЯВКА НА ИЗОБРЕТЕНИЕ**

(21)(22) Заявка: 2014153084, 20.05.2013

Приоритет(ы):

(30) Конвенционный приоритет:  
04.06.2012 US 13/487,558

(43) Дата публикации заявки: 27.07.2016 Бюл. № 21

(85) Дата начала рассмотрения заявки РСТ на  
национальной фазе: 12.01.2015(86) Заявка РСТ:  
US 2013/041781 (20.05.2013)(87) Публикация заявки РСТ:  
WO 2013/184335 (12.12.2013)Адрес для переписки:  
109012, Москва, ул. Ильинка, 5/2, ООО  
"Союзпатент"

(71) Заявитель(и):

**КЕЙТЕРПИЛЛАР ИНК. (US)**

(72) Автор(ы):

**ГЛЭДДЕН Джон (US),  
БАТТА Кристофер Л. (US)**(54) **СПОСОБ И ДВИГАТЕЛЬ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ, ИМЕЮЩИЙ ПОРШЕНЬ, ДЛЯ  
СОКРАЩЕНИЯ ВЫБРОСОВ ТВЕРДЫХ ЧАСТИЦ**

## (57) Формула изобретения

1. Способ работы двигателя (10) внутреннего сгорания, включающий в себя этапы, на которых

повышают давление текучей среды в отверстии (14) цилиндра двигателя (10) внутреннего сгорания до давления самовоспламенения посредством перемещения поршня (50) в отверстии (14) цилиндра по направлению к положению верхней мертвой точки, причем отверстие (14) цилиндра имеет диаметр (16) 260 мм или более, а поршень (50) имеет длину (52) хода, равную или больше диаметра (16) отверстия;

перемещают сторону (62) сгорания поршня (50) через отверстие (14) цилиндра на этапе повышения, при этом на стороне (62) сгорания образовано множество клапанных карманов (64) и камера (66) сгорания смеси, имеющая диаметр (96) камеры от 190 мм до 230 мм;

выполняют впрыск топлива непосредственно в отверстие (14) цилиндра под углом (94) распыления, превышающим 145°, в то время как давление текучей среды равно или превышает давление самовоспламенения; и

сжигают впрыскиваемое топливо и воздух таким образом, что поршень (50) перемещается по направлению к положению нижней мертвой точки в цилиндре (14) при среднем эффективном тормозном давлении, равном 1600 кПа или выше, и количестве твердых частиц, образуемых в результате сгорания, составляющем 0,25 граммов или меньше на кВт·ч выходной энергии торможения двигателя (10) внутреннего сгорания.

2. Способ по п. 1, в котором этап сжигания дополнительно включает в себя сжигание топлива и воздуха так, чтобы при сгорании удельный расход топлива составлял 250 граммов топлива или меньше на кВт·ч выходной энергии торможения двигателя (10) внутреннего сгорания, и способ дополнительно содержит этап, на котором коленчатый вал (28), соединенный с поршнем (50), вращается в результате осуществления этапа сгорания со средней скоростью вращения от 900 до 1000 об/мин;

причем на стороне (62) сгорания выполнены конус (70) в камере (66) сгорания, определяющий большой радиус кривизны выпуклости, и криволинейная стенка (72), определяющая радиус кривизны вогнутости и переход в камере (66) сгорания от конуса (70) до прямой стенки (74), ориентированной параллельно центральной оси (56) поршня (50) и примыкающей к кромке (76) камеры (66) сгорания, образуя выпуклость с небольшим радиусом кривизны.

3. Способ по п. 2, в котором этап впрыска дополнительно включает в себя впрыск топлива из общего количества от восьми до двенадцати распылительных сопел (26) топливного инжектора (24) при давлении впрыска менее 150 МПа, а время начала впрыска наступает перед тем, как поршень (50) достигнет положения верхней мертвой точки во время этапа повышения;

причем способ дополнительно включает в себя этапы, на которых

вытесняют из отверстия (14) цилиндра выхлопные газы, содержащие твердые частицы, посредством перемещения поршня (50) назад по направлению к положению верхней мертвой точки, в то время как выпускной клапан (46) отверстия (14) цилиндра открыт, и помещают выпускной клапан (46) в один из множества клапанных карманов (64), когда поршень достигает положения верхней мертвой точки в конце этапа вытеснения;

перемещают всасываемый воздух в отверстие (14) цилиндра посредством перемещения поршня (50) назад по направлению к положению нижней мертвой точки после этапа вытеснения и пока впускной клапан (42) открыт в отверстии (14) цилиндра; и

охлаждают двигатель (10) внутреннего сгорания, закрывая выпускной клапан (46) после начала этапа перемещения, так, чтобы всасываемый воздух проходил через отверстие (14) цилиндра в выпускной канал (48).

4. Двигатель (10) внутреннего сгорания, содержащий

корпус (12) с выполненным в нем отверстием (14) цилиндра, имеющим диаметр (16) 260 мм или более;

топливный инжектор (24), соединенный с корпусом (12) и образующий множество распылительных сопел (26), расположенных в отверстии (14) цилиндра для впрыска топлива непосредственно в него;

коленчатый вал (28), соединенный с возможностью вращения с корпусом (12);

поршень (50), соединенный с коленчатым валом (28) и перемещающийся в отверстии (14) цилиндра с длиной (52) хода поршня, равной или превышающей диаметр (16) отверстия, от положения нижней мертвой точки к положению верхней мертвой точки, для повышения давления текучей среды в отверстии (14) цилиндра до давления самовоспламенения;

причем поршень (50) включает в себя внешнюю периферийную поверхность (54), определяющую центральную ось (56) и проходящую между первым осевым концом (58) поршня (50) и вторым осевым концом (60), имеющим сторону (62) сгорания, образующую множество клапанных карманов (64) и камеру (66) сгорания смеси; и

распылительные сопла (26) определяют угол (94) распыления, превышающий 145°, а камера (66) сгорания смеси имеет диаметр (96) камеры от 190 мм до 230 мм, чтобы при впрыске топлива и когда давление текучей среды равно или превышает давление самовоспламенения, смесь впрыскиваемого топлива и воздуха воспламенялась бы в отверстии (14) цилиндра, перемещая поршень (50) по направлению к положению нижней

мертвой точки при среднем эффективном тормозном давлении, равном 1600 кПа или выше, и количестве твердых частиц, образуемых в результате сгорания, составляющем 0,25 граммов или меньше на кВт·ч выходной энергии торможения двигателя (10) внутреннего сгорания.

5. Двигатель внутреннего сгорания (10) по п. 4, в котором

на стороне (62) сгорания выполнены выпуклый конус (70) в камере (66) сгорания и вогнутая криволинейная стенка (72), переходящая от выпуклого конуса (70) к прямой цилиндрической стенке (74), примыкающей к кромке (76) камеры (66) сгорания и ориентированной параллельно центральной оси (56);

причем прямая стенка (74) имеет осевую высоту (78) от 5 до 10 мм, и кромка (76) определяет выпуклость с радиусом кривизны более 2 мм;

на стороне (62) сгорания образован край (82), примыкающий к внешней периферийной поверхности (54), и имеется множество клапанных карманов (64), выполненных на ней, при этом край (82) включает в себя множество плоских участков (84), которые чередуются с клапанными карманами (64), и осевая глубина каждого из клапанных карманов (64) составляет 5 мм и более.

6. Двигатель (10) внутреннего сгорания по п. 5, в котором множество плоских участков (84) определяет плоскость, перпендикулярную и пересекающую центральную ось (56), а камера сгорания имеет глубину камеры 25 мм или более от плоскости до дна камеры (66) сгорания;

причем двигатель (10) внутреннего сгорания дополнительно содержит впускной клапан (42) и выпускной клапан (46) цилиндра (14), а также распределительный вал (30), соединенный с коленчатым валом (28) и имеющий впускной кулачок (32) и выпускной кулачок (34), соединенные, соответственно, с впускным клапаном и выпускным клапаном (42, 46) для управления открыванием и закрыванием клапанов, и в котором впускной кулачок и выпускной кулачок (32, 34) выполнены так, чтобы как впускной, так и выпускной клапан (42, 46) были одновременно открыты в начале перемещения поршня (50) от положения верхней мертвой точки к положению нижней мертвой точки такта впуска двигателя (10) внутреннего сгорания.

7. Головка (51) поршня, выполненная с возможностью соединения с юбкой (53) поршня для формирования поршня (50), позиционируемого в отверстии (14) цилиндра двигателя (10) внутреннего сгорания, имеющем диаметр (16) 260 мм или более, и перемещающегося на расстояние (52) хода в отверстии (14) цилиндра, равное или превышающее диаметр (16) отверстия, от положения нижней мертвой точки к положению верхней мертвой точки, для повышения давления текучей среды в отверстии (14) цилиндра до давления самовоспламенения, причем головка (51) поршня содержит

корпус (55), имеющий внешнюю периферийную поверхность (54), определяющую центральную ось (56) и проходящую между первым осевым концом (58) корпуса и вторым осевым концом (60) корпуса, и имеющий диаметр (88), превышающий осевую длину (86) корпуса;

при этом корпус (55) дополнительно включает в себя охлаждающую полость (90), образованную на первом осевом конце (58) корпуса, отверстие (92) болтового соединения, проходящее в осевом направлении внутрь от охлаждающей полости (90), для размещения болта для прикрепления юбки (53) поршня к головке (51) поршня, и сторону (62) сгорания поршня на втором осевом конце (60) корпуса, на которой образовано множество клапанных карманов (64) и камера (66) сгорания смеси;

причем на стороне (62) сгорания дополнительно выполнены выпуклый центральный конус (70) в камере (66) сгорания смеси и вогнутая криволинейная стенка (72), переходящая от выпуклого центрального конуса (70) к прямой цилиндрической стенке (74), ориентированной параллельно центральной оси (56) и примыкающей к выпуклой

кромке (76) камеры (66) сгорания смеси; а

камера (66) сгорания смеси имеет диаметр (96) от 190 мм до 230 мм и равный двум третям диаметра (88) корпуса или более, и осевую глубину (100) камеры, равную одной десятой диаметра (96) камеры или более, чтобы при впрыске топлива в отверстие (14) цилиндра угол (94) распыления превышал  $145^\circ$ , и когда давление текучей среды равно или превышает давление самовоспламенения, смесь топлива и воздуха воспламенялась бы в отверстии (14) цилиндра, перемещая поршень (50) по направлению к положению нижней мертвой точки при среднем эффективном тормозном давлении, равном 1600 кПа или выше, и количестве твердых частиц, образуемых в результате сгорания, составляющем 0,25 граммов или меньше на кВт·ч выходной энергии торможения двигателя (10) внутреннего сгорания.

8. Головка (51) поршня по п. 7, в которой на стороне (62) сгорания дополнительно образован край (82), примыкающий к внешней периферийной поверхности (54), и имеется множество выполненных на ней клапанных карманов (64), причем множество клапанных карманов (64) включает в себя всего четыре кармана, и край (82) дополнительно включает в себя всего четыре плоских участка (84), которые чередуются с клапанными карманами (64) и определяют общую плоскость, ориентированную перпендикулярно центральной оси (56).

9. Головка поршня (51) по п. 8, в которой каждый из множества клапанных карманов (64) имеет осевую глубину (98) клапана 5 мм или более, а камера (66) сгорания имеет осевую глубину (100) 25 мм или более; и прямая цилиндрическая стенка (74) имеет осевую высоту (78) от 5 до 10 мм, вогнутая криволинейная стенка (72) определяет радиус кривизны вогнутости от 15 до 25 мм, и выпуклая кромка определяет выпуклость с радиусом кривизны от 2 до 4 мм.

10. Головка (51) поршня по п. 9, в которой диаметр (96) камеры составляет 210 мм, осевая глубина (100) камеры составляет 32 мм, осевая высота (78) прямой стенки составляет 7 мм, радиус (80) кривизны вогнутости составляет 22 мм, и радиус (80) кривизны выпуклости составляет 3 мм.